

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

**Lista SPICE Final - Simulação de um
amplificador diferencial com carga ativa e
espelho de corrente**

EE640 - ELETRÔNICA BÁSICA II
TURMA U

Matheus F. Bacha dos Santos - RA 174516
Flávia Degelo Camilo - RA 167611
Gabriel Callizo Magalhães - RA 167792

Objetivos

O propósito do projeto consiste no estudo das características do amplificador indicado. Com o software SPICE, foi feita uma simulação seguindo alguns critérios. O modelo do transistor foi modificado seguindo parâmetros fornecidos no roteiro.

Para todos os cálculos efetuados no projeto, o RA considerado foi 174516.

Procedimientos

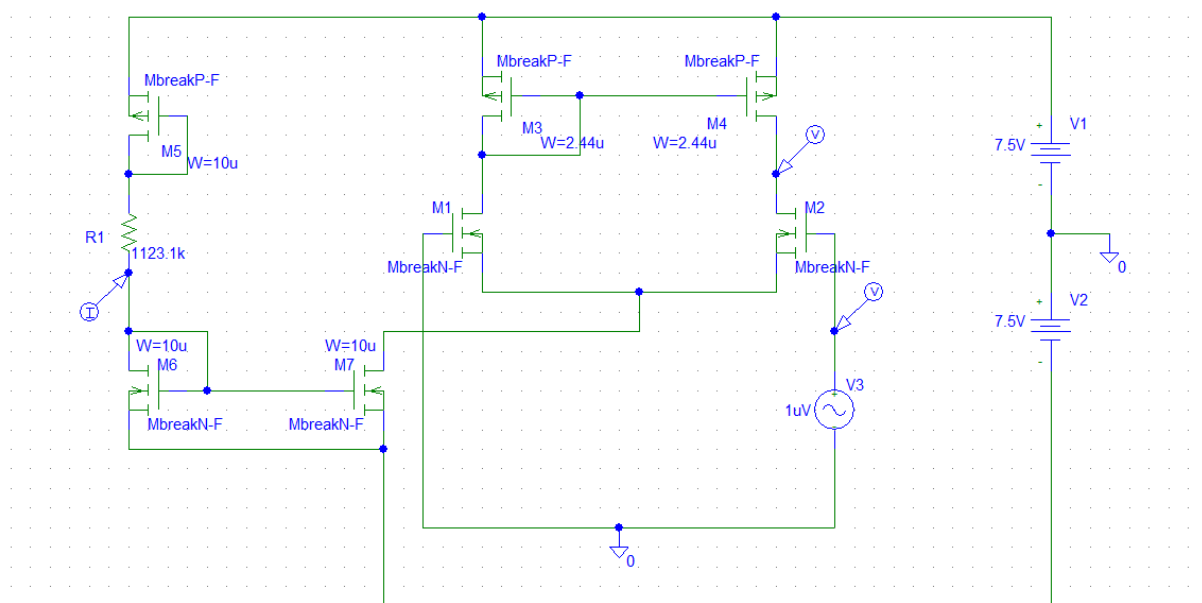


Figura 1: Circuito esquemático do amplificador

Seguindo o modelo apresentado no roteiro, montamos o circuito no SPICE, como mostra a figura 1.

Fonte de corrente, carga ativa e estágio de entrada

No circuito da figura 1, a fonte de corrente corresponde aos transistores M6 e M7, o estágio de entrada corresponde aos transistores M1 e M2 e a carga ativa corresponde aos transistores M3 e M4.

Cálculo do valor de R1

Considerando uma corrente de referência de 11.6uA, podemos calcular o valor da resistência:

$$\frac{W}{L} = 10$$

$$I = I_d = \frac{1}{2} K'_n \frac{W}{L'} V_{ov}^2$$

$$10^{-5} = \frac{1}{2} 10 \times 10^{-6} \frac{10^{-6}}{1^{-6}} V_{ov}^2$$

$$V_{ov} = 0.48 \rightarrow V_{ov} = V_{gs} - V_t \rightarrow V_{gs} = 0.48 + 0.5 = 0.98$$

$$V_{cc} = V_{ss} + 2V_{gs} + IdR_1 \rightarrow 7.5 = (-7.5) + 1.96 + 11.6 \times 10^{-6} R_1 \rightarrow R_1 = 1.124 M\Omega$$

Dimensionamento do primeiro estágio

O primeiro estágio foi dimensionado de forma a obtermos um ganho $Av = 145 = 43.22\text{dB}$

$$W_{M6} = W_{M7}$$

A corrente que passa por M1 e M2 vale:

$$I_{M1} = I_{M2} = \frac{I}{2} = 5.8 \mu A$$

$$r_o = \frac{V_a}{I_{M1}} = \frac{\frac{1}{\lambda}}{I_{M1}} = 17.24 M\Omega$$

$$gm = \sqrt{2K'_n \frac{W}{L} I_d} = \sqrt{116 \times 10^{-6} W}$$

$$Av = 145 = \frac{2I_{M1}}{V_{ov}} \frac{r_o}{2} = \sqrt{116 \times 10^{-6} W} \frac{17.24 \times 10^6}{2}$$

$$W = 2.44 \mu m$$

Análise de dados

Ajustando os parâmetros do circuito para os calculados, obtivemos os valores de tensão e corrente em todos os ramos após a simulação, como pode ser visto na figura

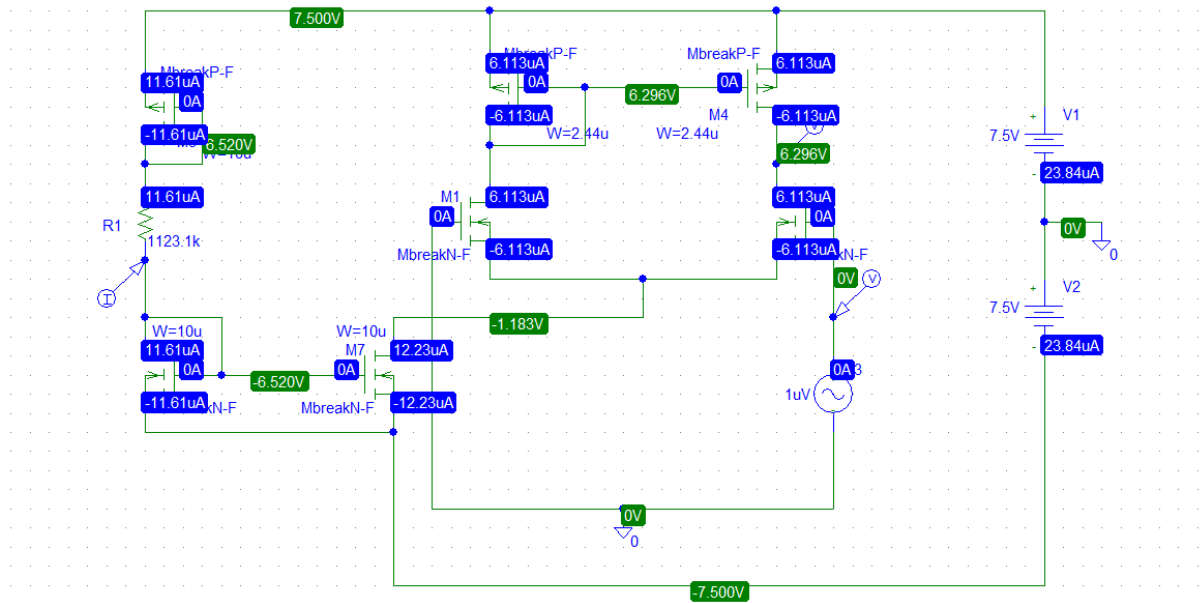


Figura 2: Circuito esquemático do amplificador após simulação

Através da imagem 2, podemos observar que, ajustados os valores de resistência e W dos amplificadores, o circuito realmente se comporta da maneira esperada. A corrente de referência vale os 11.6uA previstos, a tensão gate-source corresponde aos 0.98V calculados e a corrente que passa pelo transistor M1 vale um pouco mais do que os 5.8uA que calculamos, mas ainda sim o resultado é satisfatório, considerando que as contas consideram situações ideais.

As imagens 3 e 4 mostram os valores de ganho ao longo do espectro de frequência. O ganho A_v que calculamos corresponde aquele para a frequência de 0Hz. Os resultados foram de $A_v = 152 = 43.65\text{dB}$. Considerando que tivemos um erro já conhecido na corrente que passa pelos transistores M1 e M2, já esperavamos que o ganho desse um pouco diferente daquele previsto em teoria, mas ainda sim obtivemos uma resposta bastante próxima à proposta.

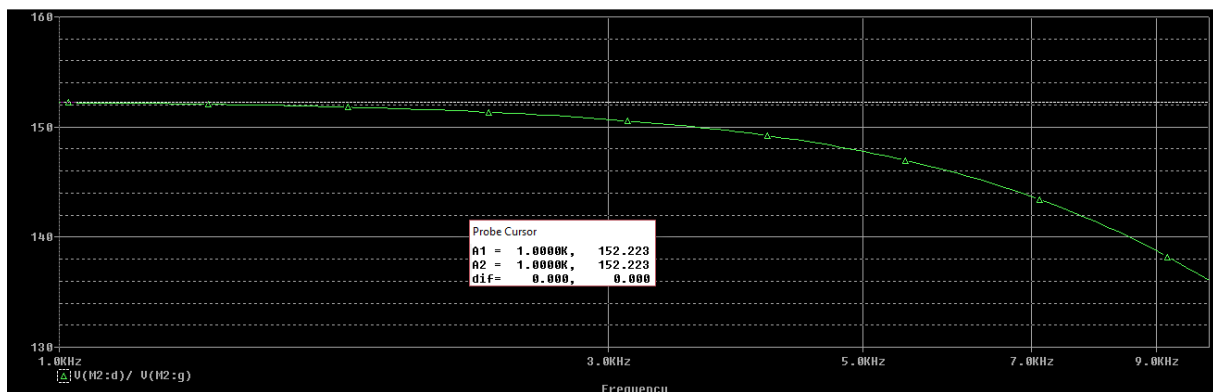


Figura 3: Gráfico do ganho pela frequência

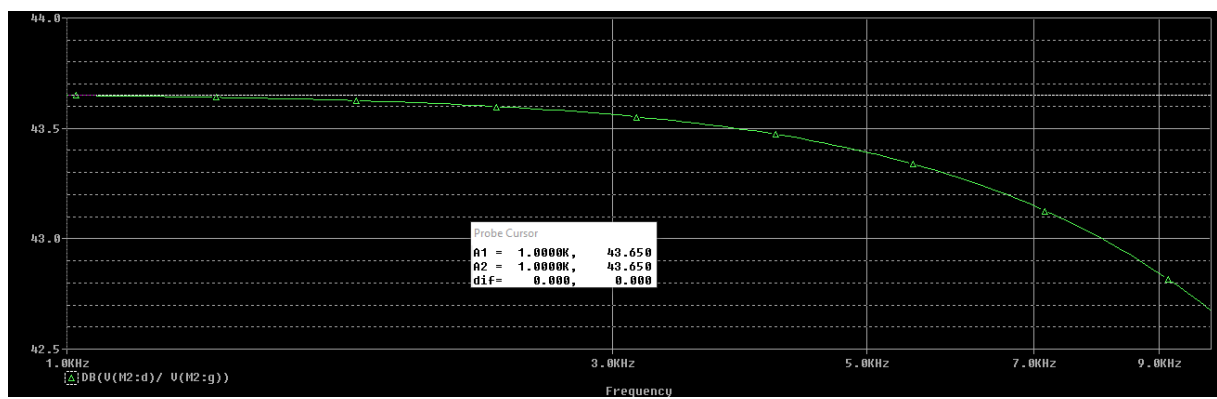


Figura 4: Gráfico do ganho em dB pela frequência